

A.D

PCT/JP 99/04064

06.09.99

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

REC'D	22 OCT 1999
WIPO	PCT

09 / 74 4586

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 5月31日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第152710号

出 願 人

Applicant (s):

松下電器産業株式会社

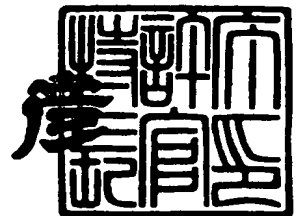
**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

1999年10月 8日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特平11-3067751

【書類名】 特許願

【整理番号】 2036410110

【提出日】 平成11年 5月31日

【あて先】 特許庁長官 伊佐山 建志 殿

【国際特許分類】 G02F 1/133

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 久保田 浩史

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 中尾 健次

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 上村 強

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100101823

【弁理士】

【氏名又は名称】 大前 要

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 平成10年特許願第290248号

【出願日】 平成10年10月13日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 039295

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9721050

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 反射型液晶表示素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一对の基板間に、高分子中に液晶滴が分散された高分子分散型液晶層が配置され、前記一对の基板のうち一方の基板に反射層が形成され、前記高分子分散型液晶層間に電界を印加して、高分子分散型液晶層の光散乱状態を変化させて表示を行なう反射型液晶表示素子において、

前記高分子分散型液晶層の厚みを d (μm)、前記高分子分散型液晶層の散乱ゲインを SG とした場合に、

$$50 \exp(-0.4d) < SG < 360 \exp(-0.47d)$$

が成立つことを特徴とする反射型液晶表示素子。

【請求項 2】 前記散乱ゲインが、前記高分子分散型液晶層を透過型パネルに形成した場合の透過光に対する散乱ゲインであることを特徴とする請求項 1 記載の反射型液晶表示素子。

【請求項 3】 前記高分子分散型液晶層の厚み d が、 $3 \mu\text{m}$ 以上、 $8 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 記載の反射型液晶表示素子。

【請求項 4】 一对の基板間に、高分子中に液晶滴が分散された高分子分散型液晶層が配置され、前記一对の基板のうちの一方の基板に反射層が形成され、前記高分子分散型液晶層間に電界を印加して、高分子分散型液晶層の光散乱状態を変化させて表示を行なう反射型液晶表示素子において、

液晶の複屈折率と高分子分散型液晶層の厚みの積が、 $0.6 \mu\text{m}$ 以上、 $2.2 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする反射型液晶表示素子。

【請求項 5】 前記液晶滴の粒径が、 $0.7 \mu\text{m}$ 以上、 $2 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 4 記載の反射型液晶表示素子。

【請求項 6】 前記液晶の複屈折率が、 0.15 以上、 0.27 以下であることを特徴とする請求項 4 記載の反射型液晶表示素子。

【請求項 7】 前記高分子分散型液晶層の厚みが、 $3 \mu\text{m}$ 以上、 $8 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 4 記載の反射型液晶表示素子。

【請求項 8】 一对の基板間に、高分子中に液晶滴が分散された高分子分散型

液晶層が配置され、前記一对の基板のうち一方の基板に反射層が形成され、前記高分子分散型液晶層間に電界を印加して、高分子分散型液晶層の光散乱状態を変化させて表示を行なう反射型液晶表示素子において、

前記液晶滴のうち一对の基板界面近傍に存在する液晶滴が、基板に大円を接するほぼ半球状に形成され、かつ、前記半球状の液晶滴内部の液晶が基板と平行な方向にほぼ一様に配向していることを特徴とする反射型液晶表示素子。

【請求項 9】 前記一对の基板のうち一方の基板界面に形成された前記半球状の液晶滴内部の液晶の配向方位と、前記一对の基板のうちの他方の基板界面に形成された前記半球状の液晶滴内部の液晶の配向方位とは、互いにほぼ平行であることを特徴とする請求項 8 記載の反射型液晶表示素子。

【請求項 10】 前記高分子分散型液晶層の厚みが、 $3\mu\text{m}$ 以上、 $8\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 8 又は 9 記載の反射型液晶表示素子。

【請求項 11】 一对の基板間に、高分子中に液晶滴が分散された高分子分散型液晶層が配置され、前記一对の基板のうち一方の基板に反射層が形成され、前記一方の基板または他方の基板の何れか一方に RGB カラーフィルタが形成され、前記高分子分散型液晶層間に電界を印加して、高分子分散型液晶層の光散乱状態を変化させて表示を行なう反射型液晶表示素子において、

前記高分子分散型液晶層の厚みを $d(\mu\text{m})$ 、前記高分子分散型液晶層の緑色光に対する散乱ゲインのうち赤色画素領域の散乱ゲインを SGr 、緑色画素領域の散乱ゲインを SGg 、青色画素領域の散乱ゲインを SGb とした場合に、

緑色画素領域では、

$$50 \exp(-0.4d) < \text{SGg} < 360 \exp(-0.47d)$$

が成り立ち、

青色画素領域では、

$$50 \exp(-0.4d) < \text{SGb} < 360 \exp(-0.47d)$$

が成り立ち、

赤色画素領域では、

$$40 \exp(-0.3d) < \text{SGr} < 650 \exp(-0.4d)$$

が成立つことを特徴とする反射型液晶表示素子。

【請求項 12】 前記赤色画素領域の層厚を d_R 、前記緑色画素領域の層厚を d_G 、前記青色画素領域の層厚を d_B としたときに、 $d_R > d_G > d_B$ であることを特徴とする請求項 11 記載の反射型液晶表示素子。

【請求項 13】 前記赤色画素領域の液晶滴の粒径を r_R 、前記緑色画素領域の液晶滴の粒径を r_G 、前記青色画素領域の液晶滴の粒径を r_B としたときに、 $r_R > r_G > r_B$ であることを特徴とする請求項 11 記載の反射型液晶表示素子。

【請求項 14】 前記カラーフィルタが前記反射層上に形成され、前記高分子分散型液晶層が前記カラーフィルタ上に形成されたことを特徴とする請求項 12 又は 13 記載の反射型液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高輝度、高コントラストな反射型ディスプレイ等に好適に実施することができる反射型の高分子分散型液晶表示素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、高分子化合物と液晶組成物を非相溶状態に分散させた高分子分散型の液晶パネルが注目されている。高分子分散型パネルは、散乱モードを表示に用いるため、偏光板が不要で高輝度の表示が容易に得られるという特徴がある (S. Shikama et.al, Society for information Display' 95, PaGe 231-234)。

【0003】

このような高分子分散型パネルを反射型ディスプレイに適用する例が、特開平 8-43849 号公報 (以下、第 1 従来例と称する。) 及び特開平 7-4950 号公報 (以下、第 2 従来例と称する。) に開示されている。

【0004】

第 1 従来例は、液晶パネル背後に光吸収層としての黒色吸収板を設け、ノーマリブラックモードで駆動を行うことを特徴とするものである。

【0005】

第2従来例は、反射板を鏡面とし、液晶と複屈折を有する高分子とがパネル内部で互いに配向したリバースモードの高分子分散層を用いて反射型パネルを作成したことを特徴とするものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

上記第1従来例では、背後に黒色吸収板を設ける構成のため、散乱状態において表示面側で吸収板の黒色がうってしまい白輝度が低くなる課題があった。また、第2従来例では、液晶分率がかなり大きいため、高分子のネットワーク構造が脆弱でヒステリシス等の表示不良が起こりやすいという課題があった。

【0007】

本発明は、上記課題を解決し、液晶分率を大きくすることなく、高コントラスト、高輝度の高分子分散型液晶を使用した反射型液晶素子を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明者は、上記課題を解決すべく、鋭意研究開発した結果、ノーマリホワイモードの反射型の高分子分散型液晶表示素子の電圧・反射率特性においてピーク値が存在することを見出した（図3参照）。従って、このピーク値を白輝度とすることで、高輝度化と高コントラスト化を図ることができる。

【0009】

更に、このピーク値が高分子分散型液晶層の散乱ゲインと相関関係にあり、より大きなピーク値を得るためには最適な散乱ゲインの範囲があることを見出した（図5参照）。更に、散乱ゲインはパネルギャップ、液晶滴の粒径、及び液晶の屈折率異方性の大きさにより決定されるものであるから、これらパネルギャップ、液晶滴の粒径、及び液晶の屈折率異方性についても最適値が存在することが認められる。そこで、最適な散乱ゲインの範囲を得るためのパネルギャップ、液晶滴の粒径、及び液晶の屈折率異方性の範囲を見出した。

【0010】

本発明、上記の現象及び事実に基づき完成したものである。具体的な構成は、

以下の通りである。

【 0 0 1 1 】

本発明のうちの請求項 1 記載の発明は、一対の基板間に、高分子中に液晶滴が分散された高分子分散型液晶層が配置され、前記一対の基板のうちの一方の基板に反射層が形成され、前記高分子分散型液晶層間に電界を印加して、高分子分散型液晶層の光散乱状態を変化させて表示を行なう反射型液晶表示素子において、前記高分子分散型液晶層の厚みを d (μm)、前記高分子分散型液晶層の散乱ゲインを SG とした場合に、

$$50 \exp(-0.4d) < SG < 360 \exp(-0.47d)$$

が成立つことを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

散乱ゲインとコントラストとの間には、図 5 に示す相関関係がある。この図 5 から明らかなように高分子分散型液晶層の厚み（パネルギャップに相当する。） d 毎に、最大コントラストとなる散乱ゲインが存在する。そこで、図 5 において、最大コントラストの 70% 以上の範囲を設定範囲とした場合に、図 6 に示すパネルギャップ d と散乱ゲインとの関係が得られる。図 6 において、ライン P 1 は散乱ゲインの許容範囲の上限を示し、ライン P 3 は散乱ゲインの許容範囲の下限を示している。よって、このライン P 1 とライン P 3 との範囲内で散乱ゲインを設定すれば、最大コントラストの 70% 以上のコントラストが得られることになる。ここで、ライン P 1 は $SG = 360 \exp(-0.47d)$ であり、ライン P 3 は $SG = 50 \exp(-0.4d)$ である。よって、高分子分散型液晶層の散乱ゲイン SG が、

$$50 \exp(-0.4d) < SG < 360 \exp(-0.47d)$$

を満たすように作製しておけば、最大コントラストの 70% 以上のコントラストが得られ、高輝度及び高コントラストの反射型の高分子分散型液晶表示素子が実現される。

【 0 0 1 3 】

尚、「反射層」は、反射性を有する金属から成る反射画素電極により反射層と電極を兼用した構成であってもよく、また、画素電極として透明電極を使用し、

反射層は別途基板に形成するようにしてもよい。

【0014】

また本発明のうち請求項2記載の発明は、請求項1記載の反射型液晶表示素子であって、散乱ゲインが、高分子分散型液晶層を透過型パネルに形成した場合の透過光に対する散乱ゲインであることを特徴とする。

【0015】

また本発明のうち請求項3記載の発明は、請求項1記載の反射型液晶表示素子であって、高分子分散型液晶層の厚み d が、 $3\mu\text{m}$ 以上、 $8\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。

【0016】

高分子分散型液晶層の厚み d を規制するのは、以下の理由による。厚み d が $3\mu\text{m}$ 未満であれば、均一に作ることが困難であり、厚み d が $8\mu\text{m}$ を超えると駆動電圧が大き過ぎることになるからである。

【0017】

本発明のうち請求項4記載の発明は、一对の基板間に、高分子中に液晶滴が分散された高分子分散型液晶層が配置され、前記一对の基板のうちの一方の基板に反射層が形成され、前記高分子分散型液晶層間に電界を印加して、高分子分散型液晶層の光散乱状態を変化させて表示を行なう反射型液晶表示素子において、液晶の複屈折率と高分子分散型液晶層の厚みの積が、 $0.6\mu\text{m}$ 以上、 $2.2\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。

【0018】

散乱ゲインは、高分子分散型液晶層の厚み d 、液晶の複屈折率の大きさ Δn 、及び液晶滴の粒径等により決定される。本発明者の実験結果によれば、 $\Delta n d$ とコントラストとの間には、図8に示す相関関係があることが認められた。この図8により、コントラスト30以上を設定範囲すると、 $\Delta n d$ は $0.6\mu\text{m}$ 以上、 $2.2\mu\text{m}$ 以下の範囲となる。従来の反射型液晶表示素子のコントラストは10程度であるため、コントラスト30以上を設定範囲とすれば、従来例に比べて格段に高コントラスト化が図れる。

【0019】

本発明のうち請求項 5 記載の発明は、請求項 4 記載の反射型液晶表示素子であって、液晶滴の粒径が、 $0.7\ \mu\text{m}$ 以上、 $2\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。

【0020】

本発明のうち請求項 6 記載の発明は、請求項 4 記載の反射型液晶表示素子であって、液晶の複屈折率が、 0.15 以上、 0.27 以下であることを特徴とする。

【0021】

本発明のうち請求項 7 記載の発明は、請求項 4 記載の反射型液晶表示素子であって、高分子分散型液晶層の厚みが、 $3\ \mu\text{m}$ 以上、 $8\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。

【0022】

本発明のうち請求項 8 記載の発明は、一对の基板間に、高分子中に液晶滴が分散された高分子分散型液晶層が配置され、前記一对の基板のうちの一方の基板に反射層が形成され、前記高分子分散型液晶層間に電界を印加して、高分子分散型液晶層の光散乱状態を変化させて表示を行なう反射型液晶表示素子において、前記液晶滴のうち一对の基板界面近傍に存在する液晶滴が、基板に大円を接するほぼ半球状に形成され、かつ、前記半球状の液晶滴内部の液晶が基板と平行な方向にほぼ一様に配向していることを特徴とする。

【0023】

基板界面の液晶滴内部の液晶分子が、基板に平行な方向にほぼ一様に配列しているので、界面層での散乱が低減し、散乱ゲインが大きくなる。よって、この半球状の大きさを調整することにより、散乱ゲインを最適に値に制御することができる。即ち、基板界面の液晶を同一の方向に配向させることで、液晶組成、液晶滴の粒径等を変えずにパネルの散乱ゲインを最適範囲に調整することが可能となる。

【0024】

本発明のうち請求項 9 記載の発明は、請求項 8 記載の反射型液晶表示素子であって、一对の基板のうちの一方の基板界面に形成された前記半球状の液晶滴内部の液晶の配向方位と、前記一对の基板のうちの他方の基板界面に形成された前記

半球状の液晶滴内部の液晶の配向方位とは、互いにほぼ平行であることを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

上記構成により、一对の基板界面間での散乱ゲインが更に低減する作用がある。

【 0 0 2 6 】

本発明のうち請求項 1 0 記載の発明は、請求項 8 記載の反射型液晶表示素子であって、前記高分子分散型液晶層の厚みが、 $3 \mu\text{m}$ 以上、 $8 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

高分子分散型液晶層の厚みを規制するのは、上記請求項 3 記載の発明において説明したのと同様の理由による。

【 0 0 2 8 】

本発明のうち請求項 1 1 記載の発明は、一对の基板間に、高分子中に液晶滴が分散された高分子分散型液晶層が配置され、前記一对の基板のうち一方の基板に反射層が形成され、前記一方の基板または他方の基板の何れか一方に RGB カラーフィルタが形成され、前記高分子分散型液晶層間に電界を印加して、高分子分散型液晶層の光散乱状態を変化させて表示を行なう反射型液晶表示素子において、前記高分子分散型液晶層の厚みを d (μm)、前記高分子分散型液晶層の緑色光に対する散乱ゲインのうち赤色画素領域の散乱ゲインを SG_r 、緑色画素領域の散乱ゲインを SG_g 、青色画素領域の散乱ゲインを SG_b とした場合に、緑色画素領域では、

$$50 \exp(-0.4d) < SG_g < 360 \exp(-0.47d)$$

が成り立ち、

青色画素領域では、 $50 \exp(-0.4d) < SG_b < 360 \exp(-0.47d)$

が成り立ち、

赤色画素領域では、

$$40 \exp(-0.3d) < SG_r < 650 \exp(-0.4d)$$

が成立つことを特徴とする。

【0029】

RGBカラーフィルタを用いるとフルカラー表示が可能となる。このとき、高分子分散型液晶層の散乱特性はRGBの波長で異なるため、高コントラストを得るための最適な散乱ゲインの範囲はRGBで異なる。我々は、実験結果から前記高分子分散型液晶層の厚みを d (μm)、前記高分子分散型液晶層の緑色光に対する散乱ゲインのうち赤色画素領域の散乱ゲインを SG_r 、緑色画素領域の散乱ゲインを SG_g 、青色画素領域の散乱ゲインを SG_b とした場合に、各 SG_r 、 SG_g 、 SG_b を、上記範囲とすることで高コントラスト化が達成できることを見出した。なお、 SG_r 、 SG_g 、 SG_b を、上記範囲とすることで高コントラスト化が達成できる理由は、請求項1記載の発明において説明したことと基本的には同じ原理による。

【0030】

本発明のうち請求項12記載の発明は、請求項11記載の反射型液晶表示素子であって、前記赤色画素領域の層厚を d_R 、前記緑色画素領域の層厚を d_G 、前記青色画素領域の層厚を d_B としたときに、 $d_R > d_G > d_B$ であることを特徴とする。

【0031】

上記構成により、製造の容易な液晶表示素子を構成できる。

【0032】

本発明のうち請求項13記載の発明は、請求項11記載の反射型液晶表示素子であって、前記赤色画素領域の液晶滴の粒径を r_R 、前記緑色画素領域の液晶滴の粒径を r_G 、前記青色画素領域の液晶滴の粒径を r_B としたときに、 $r_R > r_G > r_B$ であることを特徴とする。

【0033】

上記構成により、高コントラストの表示に加えて、RGBの各画素間でほぼ均一な表示コントラストが得られることになる。

【0034】

本発明のうち請求項14記載の発明は、請求項12又は13記載の反射型液晶

表示素子 であって、前記カラーフィルタが前記反射層上に形成され、前記高分子分散型液晶層が前記カラーフィルタ上に形成されたことを特徴とする。

【 0 0 3 5 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面に基づいて説明する。

(実施の形態 1)

図 1 は本発明の実施の形態 1 に係る液晶表示素子 1 の簡略化した断面図である。液晶表示素子 1 は、反射型の液晶表示素子であり、ノーマリホワイトモードの液晶表示素子である。液晶表示素子 1 は、アレイ基板 2 と、アレイ基板 2 に対向して配置される対向基板 3 と、アレイ基板 2 と対向基板 3 との間に配置された高分子分散型液晶層 4 とを有する。アレイ基板 2 及び対向基板 3 は、例えばガラスから成る透明な基板である。このアレイ基板 2 上には、ソースライン 6、反射性を有する金属から成る反射画素電極 5、及び画素スイッチング素子としての薄膜トランジスタ (T F T) 等が形成されている。反射画素電極 5 は、アルミニウム (A l) あるいはクロム (C r) 等から成る。これらソースライン 6、反射画素電極 5 及び T F T 等は、絶縁膜 7 により覆われている。前記対向基板 3 の内側面には、透明な対向電極 9 と、絶縁膜 1 0 とがこの順序で積層状に形成されている。

【 0 0 3 6 】

また前記高分子分散型液晶層 4 は、高分子 1 1 中に液晶滴 1 2 が分散された構造とされ、液晶滴 1 2 内の液晶は誘電率異方性が正のものが用いられている。

【 0 0 3 7 】

ここで、高分子分散型液晶層 4 は、その散乱ゲイン S G が、以下の第 1 式の関係を満たしている。ここで、散乱ゲイン S G は、 $S G = (\text{パネル輝度} / \text{パネル照度}) \times \pi$ で定義されるものであり、散乱ゲインが大きいと散乱性が小さく、散乱ゲインが小さいと散乱性が大きいことを意味する。なお、散乱ゲインは、白色光に対する散乱ゲインを用いた。

【 0 0 3 8 】

$$50 \exp (-0.4d) < S G < 360 \exp (-0.47 d) \quad \cdots (1)$$

d は高分子分散型液晶層 4 の層厚（以下、パネルギャップと称する。）である。

【0039】

上記のように高分子分散型液晶層 4 の散乱ゲインが第 1 式を満たすように設定することにより、従来例に比べて格段に高輝度及び高コントラストの反射型液晶表示素子を実現できる。

【0040】

以下に、本発明に係る液晶表示素子の動作を説明しつつ、上記の理由を述べることにする。

【0041】

図 2 は反射型液晶表示素子の表示動作を説明するための図である。図 2 を参照して、表示動作を説明すると、電圧 OFF 時には、図 2 (a) に示すように、液晶滴 12 内の液晶は、配向軸が互いに 3 次元ランダムな方位にあり、そのため、液晶と高分子 13 との屈折率差によりパネルは散乱状態を示す。このときパネルの入射光 20 は、散乱光 21 となり白表示が得られる。一方、電圧 ON 時には、図 2 (b) に示すように、液晶 12 は、ほぼパネルギャップ方向に配向する。そのため、液晶と周囲の高分子 13 との屈折率マッチングによりパネルは透明状態となる。したがって、入射光 20 は散乱を受けず、反射画素電極で反射されて正反射光 22 としてパネルから放出される。このとき、観察者 25 の方向には光が放出されずパネルは黒表示が得られる。

【0042】

ところで、上記表示動作を有する高分子分散型液晶表示素子の電圧・反射率特性は、図 3 に示されている。この図 3 の特性は、本発明者の実験結果により得られたものである。尚、測定条件は、入射光の入射角度 $\theta_1 = 30^\circ$ 、測定角度 $\theta_2 = 15^\circ$ （図 2 (b) 参照）とした。この測定条件は、反射型液晶表示素子の標準の見方に対応させたものである。

【0043】

図 3 から明らかなように、印加電圧の増加に従い、反射率は上昇していきピーク値に達した後、減少する。即ち、反射型の高分子分散型液晶表示素子は、その

電圧・反射率特性においてピーク反射率が存在する。このようなピーク反射率の存在は、本発明者の実験結果により初めて見出されたものである。

【0044】

ここで、ピーク反射率が存在するのは、以下の原理によると考えられる。図4を参照して、その原理を説明する。図4において、電圧無印加時（図3のA点に相当）のパネルの散乱状況を散乱波形30で示し、反射率が最大となる時（図3のB点に相当）の散乱状況を散乱波形31で示し、さらに電圧を印加した場合（図3のC点に相当）の散乱状況を散乱波形32で示した。ノーマリホワイトモードの高分子分散型パネルの場合、電圧印加に伴い散乱は弱くなり入射光の正反射方向に散乱波形が伸びる。このとき、図4の観察者25の位置からは、散乱波形30より散乱波形31の方が反射率が高い。また、さらに電圧を印加すると、ほぼ正反射方向に収束した散乱波形32となり、観察者25方向の反射率は減少する。このため電圧・反射率特性の反射率にピークが発生する。本発明者は、かかる電圧・反射率特性に着目して、ピーク反射率での輝度レベルを白輝度とすることで、高輝度化及び高コントラスト化を図ることができることを見出した。

【0045】

なお、従来、電圧・反射率特性においてピーク反射率の存在は知られていなかった。これは、斜め方向からの入射光に対して、パネル正面に反射する光を測定して、電圧・反射率特性を得ていたこと、更には、透過型の場合に散乱ゲインSGは1～2程度に設定されていたことから、反射型についても散乱ゲインは同程度の散乱ゲインのものが使用されており、そのためピーク反射率が小さく、ピーク反射率の存在が認識されていなかったものと考えられる。

【0046】

ここで、図3を参照して、散乱ゲインと電圧・反射率特性の関係について説明する。従来の黒色吸収板を用いる反射型の液晶表示素子では、散乱ゲインSGは1～2程度である。これは、一般に透過型液晶表示素子においては、散乱状態（初期状態）において完全散乱を得るために、SG＝1程度に設定されており、反射型の液晶表示素子においても、完全散乱を得ることにより高輝度及び高コントラストが実現できものとの考えにより、散乱ゲインがSG＝1程度に設定されて

いるのが実情である。ところが、本発明者の実験結果によれば、上記したように電圧・反射率特性において、ピーク反射率（ピーク輝度に相当）が存在しており、 $SG = 1$ の場合の電圧・反射率特性は、図 3 のライン M 1 で示される。従って、 $SG = 1$ に設定されている従来例では、実際には、電圧無印加状態（印加電圧 0 V の場合）よりも、輝度レベルが大きい場合が存在する。なお、 $SG = 1$ の場合、液晶分子が基板に対して垂直状態となっても、斜め光については、高分子と液晶の屈折率が異なることから、反射率が 0 % からかなり離れた値に収束する。このような状態であっても、黒色吸収板を用いるので、黒レベルでは黒色吸収板の黒が写るので、反射率は 0 % でなくても十分な黒レベルが得られる。しかしながら、コントラストが高くない。

【0047】

一方、 $SG = 100$ の場合の電圧・反射率特性は、図 3 のライン M 2 で示される。即ち、電圧増加に従って、反射率は初期状態から若干上昇した後、減少していき、ほぼ 0 % に収束する。これは、散乱ゲインが大きい場合（即ち、散乱性が小さい場合）には、斜めからの光に対しても散乱性の変化は小さいと考えられる。従って、ピーク反射率も小さくなると考えられる。一方、散乱性が本来的に小さいので、電圧上昇により反射率がほぼ 0 % に収束する。こうして、散乱ゲインは小さくても、大きすぎても、高輝度及び高コントラストが得られない。高輝度化及び高コントラスト化を達成するためには、最適な散乱ゲインが存在することが認められる。本発明者の実験結果によれば、約 20 ～ 30 程度の散乱ゲインが最適値である。従って、そのような最適な散乱ゲインに設定することにより、図 3 のライン M 3 で示される特性が得られ、高輝度化及び高コントラスト化を達成できる。

【0048】

一方、散乱ゲインは、パネルギャップと相関関係があり、最適な散乱ゲインを得るためには、パネルギャップの値を考慮する必要がある。そこで、具体的に最適な散乱ゲインを求めるため、様々な散乱性能を有する高分子分散型液晶パネルの評価を行い、その結果、図 5 に示す散乱ゲインとコントラストとの関係を得た。なお、散乱ゲインは、透過型パネルで測定した散乱ゲインを用いた。また、コ

ントラストは上記電圧・反射率特性の場合と同様の測定条件（入射光の入射角度 $\theta_1 = 30^\circ$ 、測定角度 $\theta_2 = 15^\circ$ ）で測定した結果を用いた。図5から明らかなように、コントラストが最大となる散乱ゲインが存在し、しかも該散乱ゲインはパネルギャップで異なることが認められる。このことは、パネルギャップを或る値に設定すれば、最大コントラストを得るための散乱ゲインが決定されることを意味する。ここで、本発明に係る液晶表示素子としては、最大コントラストの70%以上のコントラストが得られれば充分であるので、最大コントラストの70%以上のコントラストを得る散乱ゲインの範囲を求めることにした。尚、従来例の反射型パネルのコントラストは、通常10程度であり、大きい場合でも15程度である。従って、最大コントラストの70%以上であれば、従来例に比べて格段に高コントラスト化が実現できることになる。

【0049】

最大コントラストの70%以上のコントラストを得る散乱ゲインの範囲は、具体的には以下の手順で求めた。即ち、各パネルギャップdに関する散乱ゲインーコントラスト特性（図5において、 $d = 4.5 \mu\text{m}$ の場合の特性を参照符号L1で、 $d = 7 \mu\text{m}$ の場合の特性を参照符号L2で、 $d = 10 \mu\text{m}$ の場合の特性を参照符号L3で示している。）において、最大コントラストの70%のコントラスト（図5においてラインm1、m2、m3が $d = 4.5 \mu\text{m}$ 、 $7 \mu\text{m}$ 、 $10 \mu\text{m}$ の場合の最大コントラストの70%のラインを示している）を得る散乱ゲインを求め、この値を順次プロットすることにより図6に示すパネルギャップと散乱ゲインとの関係を得た。具体的に説明すれば、図5の点A1、A2、A3；B1、B2、B3；C1、C2、C3を図6にプロットした。次いで、図6のパネルギャップと散乱ゲインとの関係から最適な散乱ゲインの範囲を算出した。

【0050】

ここで、図6のラインP1は許容範囲上限を示し、ラインP2は最適コントラストの範囲を示し、ラインP3は許容範囲下限を示す。従って、図6の特性より、最適な散乱ゲインSGの範囲は、ラインP1とラインP3の範囲にあればよいことが認められる。ここで、ラインP1を関数表示すれば、 $SG = 360 \exp(-0.47 d)$ であり、ラインP3を関数表示すれば、 $SG = 50 \exp(-0.4 d)$

)である。よって、最適な散乱ゲインSGの範囲は、

$$50 \exp(-0.4d) < SG < 360 \exp(-0.47d)$$

を満たせばよいことが理解される。

【0051】

なお、ラインP2を関数表示すれば、 $SG = 265 \exp(-0.5d)$ である。よって、散乱ゲインSGを $265 \exp(-0.5d)$ に設定すれば、最大コントラストが得られることになる。

【0052】

また、本発明者の実験により、最大コントラストとパネルギャップとの間には、図7に示す関係があることが認められた。この図7より、パネルギャップが小さいほど最大コントラストは高い。しかしながら、パネルギャップが $3 \mu m$ 未満の場合には、実際に均一に作製することが困難である。一方、パネルギャップが $8 \mu m$ を超えると、駆動電圧が増加するため、反射型パネルとしては不適切である。よって、パネルギャップdは $3 \mu m$ 以上、 $8 \mu m$ 以下に設定するのが望ましい。

【0053】

(実施の形態2)

実施の形態2に係る液晶表示素子は、基本的には実施の形態1とほぼ同様の構成を有する。但し、液晶滴内の液晶の屈折率異方性の大きさ Δn とパネルギャップdの積 $\Delta n d$ が、 $0.6 \mu m$ 以上、 $2.2 \mu m$ 以下とすることを特徴とする。このような構成によってもまた、高輝度及び高コントラストの反射型の高分子分散型液晶表示素子を実現できる。

【0054】

以下に、その理由について説明する。散乱ゲインは、液晶の屈折率異方性の大きさ、パネルギャップ、及び液晶滴の粒径等により決定される。従って、液晶の屈折率異方性の大きさ Δn とパネルギャップdの積 $\Delta n d$ により、散乱ゲインを規定することができる。このような考えの下、本発明者の実験により、図8に示す $\Delta n d$ とコントラストとの関係が得られた。ここで、実施の形態2では、30以上のコントラストに設定した。図8において、30以上のコントラストの範囲

に対応する $\Delta n d$ は、 $0.6\mu\text{m}$ 以上、 $2.2\mu\text{m}$ 以下であることが認められる。よって、 $\Delta n d$ が、 $0.6\mu\text{m}$ 以上、 $2.2\mu\text{m}$ 以下となるように、液晶材料の選択及びパネルギャップの設定により、高輝度及び高コントラストの反射型の高分子分散型液晶表示素子を実現できることになる。

【0055】

なお、パネルギャップ d は、実施の形態1と同様な理由により、 $3\mu\text{m}$ 以上、 $8\mu\text{m}$ 以下とするのが望ましい。また、液晶の屈折率異方性 Δn は、 0.15 以上、 0.27 以下とするのが望ましく、液晶滴の粒径は、 $0.7\mu\text{m}$ 以上、 $2\mu\text{m}$ 以下とするのが望ましい。尚、パネルギャップ d 、液晶の屈折率異方性 Δn 及び液晶滴の粒径は、上記のそれぞれの範囲内で適宜選択して組み合わせて、 $\Delta n d$ を $0.6\mu\text{m}$ 以上、 $2.2\mu\text{m}$ 以下の範囲内に設定すればよい。

【0056】

(実施の形態3)

図9は本発明の実施の形態3に係わる液晶表示素子1Bの簡略化した断面図である。本実施の形態3において、実施の形態1に対応する部分には同一の参照符号を付して説明は省略する。本実施の形態3では、高分子分散型液晶層4Aが、高分子11と、2種類の液晶滴12A、12Bとから構成されている。液晶滴12Aは高分子分散型液晶層4A内部に存在し、実施の形態1の高分子分散型液晶における液晶滴12と同様な形状である。一方、液晶滴12Bは基板2、3界面にほぼ半球状に存在する。液晶滴12B内の液晶は、基板2、3に沿ってほぼ一様の方向に配向し、液晶滴12A内の液晶は、液晶の配向軸が3次元的にランダムな方向に配向している。

【0057】

なお、液晶滴12Bを形成すべく、基板2、3上には、配向膜40、41が形成されており、この配向膜40、41に対する濡れ性が、液晶材料の方が高分子材料よりも大きくなるように材料が選定されている。また、配向膜40、41は、ラビング処理により水平配向処理がなされている。

【0058】

上記構成の如く、液晶滴12Bを形成することにより、基板界面層での散乱が

低減して、散乱ゲインを大きくする作用が生じる。よって、液晶滴 12B の大きさを調整することにより、液晶組成や液晶滴の粒径等を変えずにパネルの散乱ゲインを最適範囲に調整して、高輝度化及び高コントラスト化を図ることができる。

【0059】

尚、配向膜 40 と配向膜 41 のラビング方向は、同一方向としてもよく、また相互に異なる方向としてもよい。但し、同一方向とすれば、基板 2, 3 の各界面間での散乱がさらに低減する効果がある。またパネルギャップ d は、 $3\mu\text{m}$ 以上、 $8\mu\text{m}$ 以下とする。これは、実施の形態 1 においてパネルギャップ d を規制したのと同様の理由による。

【0060】

(実施の形態 4)

図 10 は本発明の実施の形態 4 に係わる液晶表示素子 1C の簡略化した断面図である。本実施の形態 4 において、実施の形態 1 に対応する部分には同一の参照符号を付して説明は省略する。本実施の形態 4 に係わる液晶表示素子 1C は、赤色 (R) カラーフィルタ部 61、緑色 (G) カラーフィルタ部 62、青色 (B) カラーフィルタ部 63 から成るカラーフィルタ 60 を備えた反射型の液晶表示素子である。なお、図中、65 は R 用反射画素電極 5a に接続される TFT 素子であり、66 は G 用反射画素電極 5b に接続される TFT 素子であり、67 は B 用反射画素電極 5c に接続される TFT 素子である。また、64 は絶縁層であり、68 はブラックマトリクスである。また、4G は液晶層 4 のうちの G 画素領域であり、4B は液晶層 4 のうちの B 画素領域であり、4R は液晶層 4 のうちの R 画素領域である。

【0061】

上記実施の形態 1～3 では、カラーフィルタを備えない液晶表示素子であったけれども、本実施の形態 4 では、カラーフィルタを備えフルカラー表示の液晶表示素子である。かかるフルカラー表示の液晶表示素子の場合には、散乱ゲインの最適範囲について R・G・B 各々について考慮する必要がある。なぜなら、高分子分散型液晶層の散乱特性は赤色 (R)、緑色 (G)、青色 (B) の波長で異な

るからである。そこで、本実施の形態4では、R・G・B毎の散乱ゲインの最適範囲を求め、R・G・Bそれぞれを最適散乱ゲインとなるように構成して高コントラストの液晶表示素子を得るようにしたものである。

【0062】

具体的には、高分子分散型液晶層の厚みを d (μm)、高分子分散型液晶層の緑色光に対する散乱ゲインのうち赤色(R)画素領域4Rの散乱ゲインを SG_r 、緑色(G)画素領域4Gの散乱ゲインを SG_g 、青色(B)画素領域4Bの散乱ゲインを SG_b とした場合に、

G画素領域4Gでは、

$$50 \exp(-0.4d) < SG_g < 360 \exp(-0.47d) \quad \dots (2)$$

を満たし、

B画素領域4Bでは、

$$50 \exp(-0.4d) < SG_b < 360 \exp(-0.47d) \quad \dots (3)$$

を満たし、

R画素領域4Rでは、

$$40 \exp(-0.3d) < SG_r < 650 \exp(-0.4d) \quad \dots (4)$$

を満たしている。

【0063】

上記の範囲が、最大コントラストの70%以上を実現できる散乱ゲインの最適範囲である。以下にその理由について説明する。まず、G画素領域での散乱ゲインの最適範囲は、上記実施の形態1の第1式より、上記第2式の範囲となる。

【0064】

B画素領域では、散乱ゲインの最適範囲は厳密にはG画素領域の散乱ゲインの最適範囲と異なる。しかしながら、本発明者の実験結果によれば、B画素領域においても、G画素領域と同様の上記第3式の範囲で十分な最適値となった。

【0065】

R画素領域では、散乱ゲインとパネルギャップとの関係を示す図11から最適範囲として上記第4式を求めたものである。なお、図11は上記実施の形態1と同様な方法により求めたものであり、図6に対応するものである。

【0066】

従って、上記第2式～第4式を満たす範囲の散乱ゲインに各画素領域4R、4G、4Bを設定することにより、高コントラストのフルカラー表示の反射型液晶表示素子が得られることになる。

【0067】

また、本実施の形態4では、R画素領域4Rの液晶滴12Rの粒径を r_R 、G画素領域4Gの液晶滴12Gの粒径を r_G 、B画素領域4Bの液晶滴12Bの粒径を r_B とすると、 $r_R > r_G > r_B$ を満たしている。このような構成にすれば、上記第2式～第4式を満たす液晶表示素子の製造が容易になる。以下にその理由について述べる。

【0068】

RGBの液晶滴の粒径と散乱ゲインとは、図12に示す関係を有していることが知られている。ここで、例えば、R画素領域4Rの散乱ゲインを N_1 （ N_1 は上記第4式の範囲内の値である。）とし、G画素領域4Gの散乱ゲインを N_2 （ N_2 は上記第2式の範囲内の値である。）とし、B画素領域4Bの散乱ゲインを N_3 （ N_3 は上記第3式の範囲内の値である。）とした場合を想定する。この場合、粒径 r_R は、 r_{R1} と r_{R2} のいずれであってもよい。同様に粒径 r_G についても、 r_{G1} と r_{G2} のいずれであってもよく、また、粒径 r_B についても、 r_{B1} と r_{B2} のいずれであってもよい。従って、上記第2式～第4式を満たす液晶表示素子としては、RGBの液晶滴の大小は、複数の組み合わせが可能である。そのうち、 $r_R > r_G > r_B$ を満たすように構成する場合（例えば $r_{R2} > r_{G2} > r_{B2}$ 場合）には、その他の組み合わせに比べて製造が容易である。すなわち、紫外線をカラーフィルタ側から照射すればよく、そのようにすれば、カラーフィルタにより紫外線の強度がRカラーフィルタ部61、Gカラーフィルタ部62、Bカラーフィルタ部63の順序で弱まり、 $r_R > r_G > r_B$ を満たすように液晶層が形成されるからである。上記以外の組み合わせの場合には、例えばRGBそれぞれ個別にマスクを介して紫外線照射する等の方法を行う必要があり、製造が面倒である。

【0069】

(実施の形態 5)

図 1 3 は本発明の実施の形態 5 に係わる液晶表示素子 1 D の簡略化した断面図である。本実施の形態 5 において、実施の形態 1 に対応する部分には同一の参照符号を付して説明は省略する。本実施の形態 5 は、上記実施の形態 4 と同様にフルカラー表示の反射型液晶表示素子である。なお、本実施の形態では、ガラス基板 3 に代えて、樹脂フィルム基板 3 a が用いられている。

【0070】

本実施の形態 5 では、液晶層厚が RGB 画素領域毎に異なるように構成されている点において実施の形態 4 と相違する。そして、各 RGB 画素領域毎の散乱ゲインが、RGB に対応する最適範囲となるように構成されている。

【0071】

具体的には、R 画素領域 4 R、G 画素領域 4 G 及び B 画素領域 4 B にそれぞれ対応する層厚を、層厚 d_R 、層厚 d_G 、層厚 d_B (単位 μm) とし、高分子分散型液晶層の緑色光に対する散乱ゲインのうち赤色 (R) 画素領域 4 R の散乱ゲインを SG_r 、緑色 (G) 画素領域 4 G の散乱ゲインを SG_g 、青色 (B) 画素領域 4 B の散乱ゲインを SG_b とした場合に、

G 画素領域 4 G では、

$$50 \exp(-0.4 d_G) < SG_g < 360 \exp(-0.47 d_G) \quad \dots$$

(5)

B 画素領域 4 B では、

$$50 \exp(-0.4 d_B) < SG_b < 360 \exp(-0.47 d_B) \quad \dots$$

(6)

を満たし、

R 画素領域 4 R では、

$$40 \exp(-0.3 d_R) < SG_r < 650 \exp(-0.4 d_R) \quad \dots$$

(7)

を満たしている。

【0072】

上記の範囲が、最大コントラストの 70% 以上を実現できる散乱ゲインの最適

範囲である。このように液晶層 4 のうち R 画素領域、G 画素領域及び B 画素領域のそれぞれの層厚を異ならせることにより、高コントラストのフルカラー表示の反射型液晶表示素子を得ることができる。

【0073】

また、本実施の形態 5 では、各層厚 d_R 、 d_G 、 d_B は、 $d_R > d_G > d_B$ を満たしている。このような構成により、最適範囲内で同一散乱ゲインを実現する液晶表示素子が得られる。なぜなら、各 RGB に関する層厚と散乱ゲインとは、図 14 に示す関係がある。この図 14 から明らかなように、RGB それぞれが同一散乱ゲインを得るためには、 $d_R > d_G > d_B$ を満たせばよいことが理解される。従って、本実施の形態 5 では、上記第 5 式～第 7 式を満たし、且つ、 $d_R > d_G > d_B$ を満たすことにより、高コントラストの表示に加えて、RGB の各画素間でほぼ均一な表示コントラストが得られることになる。

【0074】

なお、上記の例では、各画素間でほぼ均一な表示コントラストが得られようにするため、 $d_R > d_G > d_B$ を満たすように構成したけれども、本発明はこれに限定されるものではなく、上記第 5 式～第 7 式を満たし、且つ層厚を RGB の各画素毎に個別に変えれば、RGB の各画素のコントラストを任意に制御することが可能となる。

【0075】

(実施の形態の補足説明)

上記実施の形態 1～3 では、白色光に対する散乱ゲインを用いたけれども、実施の形態 4、5 のように緑色光に対する散乱ゲインを用いてもよい。また、逆に、上記実施の形態 4、5 では、緑色光に対する散乱ゲインを用いたけれども、実施の形態 1～3 のように白色光に対する散乱ゲインを用いてもよい。白色光又は緑色光の何れに対する散乱ゲインを用いても、上記第 1 式～第 7 式の値はほぼ同様である。白色光に対する人の感度は、緑色成分の強度によりほぼ決定されるため、白色光に対する散乱ゲインと緑色光に対する散乱ゲインとは、ほぼ差がないと考えられるからである。

【0076】

【実施例】

(実施例 1)

実施例 1 は実施の形態 1 に対応するものである。図 1 に示す液晶表示素子 1 を以下の方法で作製した。ガラスから成る透明基板上に、TFT 素子、ソースライン 6、アルミニウムから成る反射画素電極 5 等を形成してアレイ基板 2 とした。このとき、反射画素電極 5 は平坦な鏡面反射板とした。また、対向基板 3 上に透明電極 9 等を形成した。次いで、上下の基板 2, 3 をパネルギャップ $5\ \mu\text{m}$ で貼り合わせた。次に基板 2, 3 間に高分子分散型液晶材料（商品名：PNM201、大日本インキ化学工業製）を真空注入した。そして、高分子分散型液晶材料が真空注入されたパネルに、紫外線を照射し材料を重合させて高分子分散型液晶パネルを作成した。

【0077】

形成したパネルの電圧・反射率特性を測定しパネル評価を行った。これにより図 3 の特性が得られた。次に液晶粒径とパネルギャップを変えたパネルを多数作成し、散乱ゲインとコントラストの関係を評価した。これにより図 5 の特性が得られた。なお、このとき反射型パネルの場合と同材料を用いて、同粒径、同パネルギャップの高分子分散液晶層を透過型パネルで別途作成し、散乱ゲインをパネル透過光から評価した。ここで、コントラストは極角 30° 方向から光を入射したときの極角 15° 方向のピーク反射率の値と最大印加電圧時の輝度から求めた。

【0078】

また、図 5 から図 6 に示す最適な散乱ゲインの範囲とパネルギャップの関係を得た。このときの最適範囲は、最大コントラストの 70% 以上が実現できる範囲である。図 5 より散乱ゲイン SG が、

$$50 \exp(-0.4d) < SG < 360 \exp(-0.47d)$$

を満たすときに高コントラストが得られることが解る。このときの $d\ (\mu\text{m})$ はパネルギャップである。また、 $SG = 265 \exp(-0.5d)$ を満たすとコントラストを最大とすることができる。具体的には、パネルギャップが $4.5\ \mu\text{m}$ の場合、最適な散乱ゲインは 10～40 程度の範囲に存在する。またゲイン 25 で

コントラストは最大55程度が得られた。また、図7に示すようにコントラストの最大値はパネルギャップで異なり、 $3\mu\text{m}$ 以上、 $8\mu\text{m}$ 以下であればコントラスト30以上と極めて良好な表示が得られる。

【0079】

(実施例2)

実施の形態1とほぼ同様の構成において、液晶の屈折率異方性の大きさ Δn 、パネルギャップ d 、及び液晶滴の粒径 R が異なるパネルを多数作成し、電圧・反射率特性を測定した。特性は、極角 30° から光を入射し、極角 15° の反射光を測定した。測定結果により、図8に示すパネルコントラストと積 $\Delta n d$ の相関が得られた。図8から明らかなようにコントラストは $\Delta n d$ に対しピーク値を有した。また、 $\Delta n d$ が、 $0.6\mu\text{m}$ 以上、 $2.2\mu\text{m}$ 以下のときにコントラストは30以上となり良好な表示が得られた。このときの液晶の複屈折率は0.15以上、0.27以下とした。また、パネルギャップを、 $3\mu\text{m}$ 以上、 $8\mu\text{m}$ 以下とするためには、散乱性の観点から液晶滴の粒径は $0.7\mu\text{m}$ 以上、 $2\mu\text{m}$ 以下とする必要があった。液晶の屈折率異方性と、パネルギャップ、及び粒径の組み合わせは、上記の範囲で任意の組み合わせを取れる。特に駆動電圧の低減の観点からパネルギャップを $8\mu\text{m}$ 以下に設定する場合、液晶滴の粒径は $0.5\mu\text{m}$ 以上、 $2\mu\text{m}$ 以下とする必要がある。

【0080】

(実施例3)

実施の形態3に対応する実施例である。実施の形態3に係る液晶表示素子1Bを、以下の方法で作製した。まず、ガラスから成る透明基板上に、TFT素子、ソースライン6、アルミニウムから成る反射画素電極5等を形成してアレイ基板2とした。このとき、反射画素電極5は平坦な鏡面反射板とした。また、対向基板3上に、透明電極9等を形成した。次に上下の基板2、3に配向膜40、41（商品名：AL5417、日本合成ゴム製）を形成した後、配向膜40、41にラビング処理を施した。ラビング処理の方向は、上下の基板2、3を貼り合わせた後に互いに平行になるようにした。次に、上下の基板2、3をパネルギャップ $5\mu\text{m}$ で貼り合わせた。次に基板2、3間に高分子分散型液晶材料（商品名：P

NM201、大日本インキ化学工業製)を真空注入した。その後、パネルに紫外線を照射し材料を重合させて実施例3に係る高分子分散型パネルを作成した。また、実施例3に係る高分子分散型パネルとは別に、配向膜40、41を形成しないこと以外は上記と同様にして評価用の高分子分散型パネルを作成した。本評価パネルの散乱ゲインは30であり、ラビング処理を施さない場合の15より大きかった。また、評価用のパネルの基板を剥離し、画像処理装置を用いて界面を観察したところ界面には半球状の液晶滴が形成されていた。このようにラビング処理を施した基板を用いてパネルを作成することで、界面の液晶がラビング方向に沿ってほぼ一様に配向し、界面での散乱を低減することができる。これにより、散乱ゲインを任意に調整することが可能となり、散乱ゲインを高コントラストが実現できる25近辺に設定できる。

【0081】

尚、基板に形成する配向膜は上記以外でも良く、高分子／液晶の相分離時に、基板上に液晶滴が半球状に析出するものなら良い。このとき、配向膜に対する濡れ性を、液晶材料の方が高分子材料より大きくすれば良い。また、ラビング方向は任意で良いが、上下基板の方向を合わせた方が散乱が小さくなる。これは散乱度に応じて上下で方向を変えても良い。

【0082】

(実施例4)

実施例4は実施の形態4に対応するものである。図10に示す液晶表示素子1Cを以下の方法で作製した。即ち、対向側の基板3にカラーフィルタ60を形成したことを除けば、基本的には実施例1と同様の方法で作製した。

【0083】

次いで、RGBのそれぞれの画素領域に対して高コントラストが得られる最適な散乱ゲインの範囲とパネルギャップの関係を実施例1と同様の手法で解析した。このときの最適範囲は、最大コントラストの70%以上が実現できる範囲とした。この結果、

G画素領域4Gでは、

$$50 \exp(-0.4d) < SGg < 360 \exp(-0.47d) \quad \dots (2)$$

を満たすときに高コントラストが得られることが解った。

【0084】

B画素領域4Bでは、

$$50 \exp(-0.4d) < SGb < 360 \exp(-0.47d) \quad \dots (3)$$

を満たすときに高コントラストが得られることが解った。

【0085】

また、R画素領域4Rでは、図12に示す特性が得られ、これにより、

$$40 \exp(-0.3d) < SGr < 650 \exp(-0.4d) \quad \dots (4)$$

を満たすときに高コントラストが得られることが解った。このとき、 $SGr = 100 \exp(-0.27d)$ でコントラストが最大となる。

【0086】

なお、実施例1と同様に、G画素領域4Gでは、 $SGg = 265 \exp(-0.5d)$ でコントラストが最大となり、B画素領域4Bでは、 $SGb = 265 \exp(-0.5d)$ でコントラストが最大となる。

【0087】

また、このとき液晶滴の粒径をRGBで変えることでゲインの最適化を行なった。具体的には、R画素領域4Rの液晶滴の粒径を r_R 、G画素領域4Gの液晶滴の粒径を r_G 、B画素領域4Bの液晶滴の粒径を r_B とすると、 $r_R > r_G > r_B$ を満たすようにRGB各画素領域の液晶滴を形成した。なお、RGB光は、Bが430nm、Gが540nm、Rが620nmにほぼ対応する。

【0088】

(実施例5)

実施例5は実施の形態5に対応するものである。図13に示す液晶表示素子1Dを以下の方法で作製した。反射画素電極5a, 5b, 5cを有するアレイ基板2上にカラーフィルタを60を形成した。次に、RGB画素に対応した凹凸を有するガラス基板(図示せず)に剥離材を塗布し、上記のアレイ基板2と貼り合わせた。次に、基板間に高分子分散型液晶材料を注入し紫外線重合法を用いて高分子分散型液晶パネルを形成した。次に上記のガラス基板を剥離材の部位で剥離した。このとき、高分子分散型液晶層4には、ガラス基板の凹凸に対応してRGB

画素ごとに異なる層厚が形成されていた。このとき、層厚 $d_B > d_G > d_R$ を満たすように形成した。具体的には層厚 d_B は $7\ \mu\text{m}$ 、層厚 d_G は $4\ \mu\text{m}$ 、層厚 d_R は $3\ \mu\text{m}$ とした。次に高分子分散型液晶層 4 上に絶縁膜 10 を塗布し、対向電極 9 を有する樹脂フィルム基板 3a を積層して高分子分散型液晶表示素子とした。このとき、コントラストは RGB の各画素で 20~25 が得られほぼ均一な表示コントラストが得られた。

【0089】

上記のように RGB の層厚を個別に変えることで、RGB の画素のコントラストを任意に制御することができる。また、対向基板に樹脂フィルム基板 3a を用いることで軽量化が図れる。上記例では凹凸を有するガラス基板を用いたが、これは平坦な高分子分散型液晶層を形成した後に凹凸を有する型で押圧しても良い。

【0090】

(その他の事項)

本発明に係る液晶表示素子は、液晶滴が高分子中にほぼ独立して存在する形状に限定されるものではなく、互いの一部が繋がった形状でも良い。また、3次元ポリマーネットワークに液晶が挟持された構造でも良い。高分子分散型液晶層は、誘電率異方性が正の液晶を用いたノーマリモードの散乱表示モードであれば材料を問わない。反射層としての反射画素電極はアルミ以外でも良く、クロム等を用いても良く、導電層を設けた誘電多層膜反射板でも良い。更に、また反射画素電極は平坦状であっても良く、また回折格子や鋸歯形状等の微細構造が形成されていても良い。このような構造があると、周囲光の映り込み抑制に効果がある。また、上記実施の形態 1~3 では反射画素電極をソースライン等と同一平面上に作成したが、これは、パシベーション層等を積層した上に反射画素電極を形成しても良い。このとき、パシベーション層を介して反射画素電極をソース、及びゲート上にも作成することで画素開口率が向上し、高輝度化の効果がある。

【0091】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、高分子分散型液晶層の散乱ゲイン、パネルギャ

ップ、及び $\Delta n d$ 等を制御することで、液晶分率を大きくすることなく、高コントラスト、及び高輝度な反射型の高分子分散型液晶表示素子を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態 1 に係る液晶表示素子 1 A の簡略化した断面図である。

【図 2】

液晶表示素子 1 A の表示原理を説明するための図である。

【図 3】

液晶表示素子 1 A の電圧・反射率特性を示す図である。

【図 4】

液晶表示素子 1 A の散乱特性を示す図である。

【図 5】

散乱ゲインとコントラストの関係を示す図である。

【図 6】

最適な散乱ゲインの範囲とパネルギャップの関係を示す図である。

【図 7】

パネルギャップと最大コントラストの関係を示す図である。

【図 8】

パネルコントラストと積 $\Delta n d$ の関係を示す図である。

【図 9】

本発明の実施の形態 3 に係る液晶表示素子 1 B の簡略化した断面図である。

【図 10】

本発明の実施の形態 4 に係る液晶表示素子 1 C の簡略化した断面図である。

【図 11】

R に関する最適な散乱ゲインの範囲とパネルギャップの関係を示す図である。

【図 12】

R G B に関する散乱ゲインと粒径の関係を示す図である。

【図 13】

本発明の実施の形態 5 に係る液晶表示素子 1 D の簡略化した断面図である。

【図 14】

R G B に関する散乱ゲインと層厚の関係を示す図である。

【符号の説明】

1 A, 1 B, 1 C, 1 D : 反射型の高分子分散型液晶表示素子

2 : アレイ基板

3 : 対向基板

4, 4 A : 高分子分散型液晶層

4 R : 高分子分散型液晶層のうちの赤色画素領域

4 G : 高分子分散型液晶層のうちの緑色画素領域

4 B : 高分子分散型液晶層のうちの青色画素領域

5, 5 a, 5 b, 5 c : 反射画素電極

11 : 高分子

12, 12 A, 12 B : 液晶滴

40, 41 : 配向膜

60 : カラーフィルタ

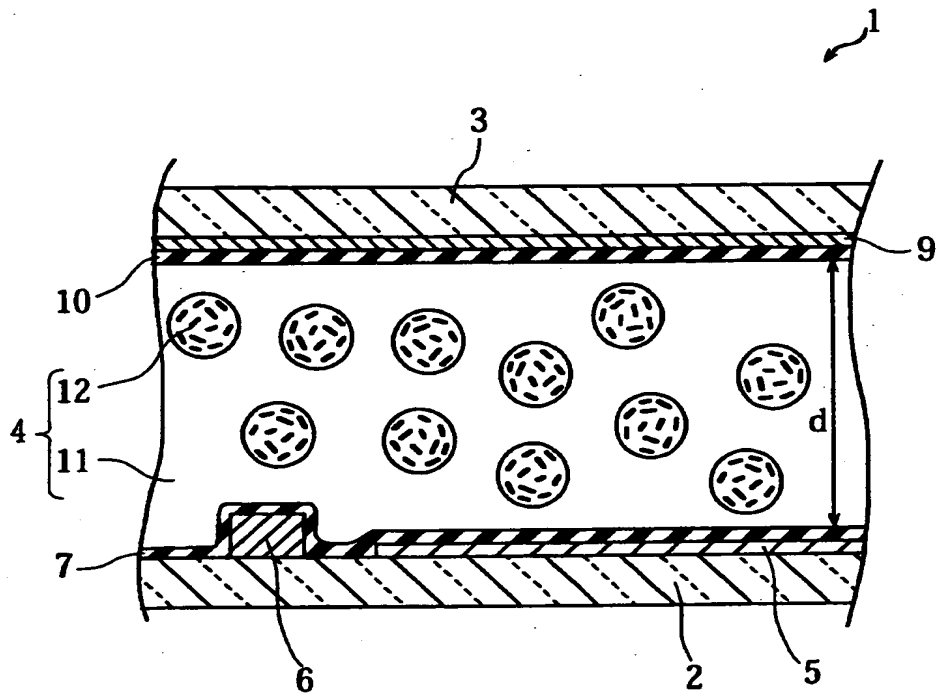
61 : 赤色カラーフィルタ部

62 : 緑色カラーフィルタ部

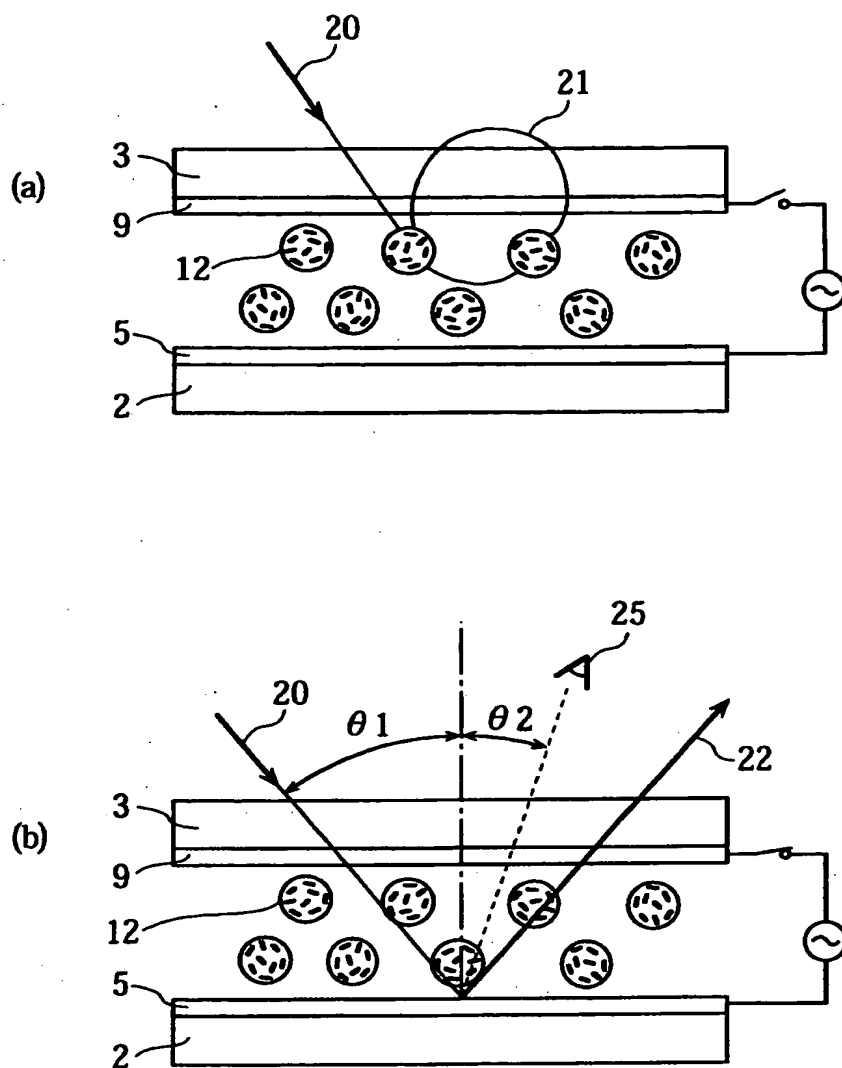
63 : 青色カラーフィルタ部

【書類名】 図面

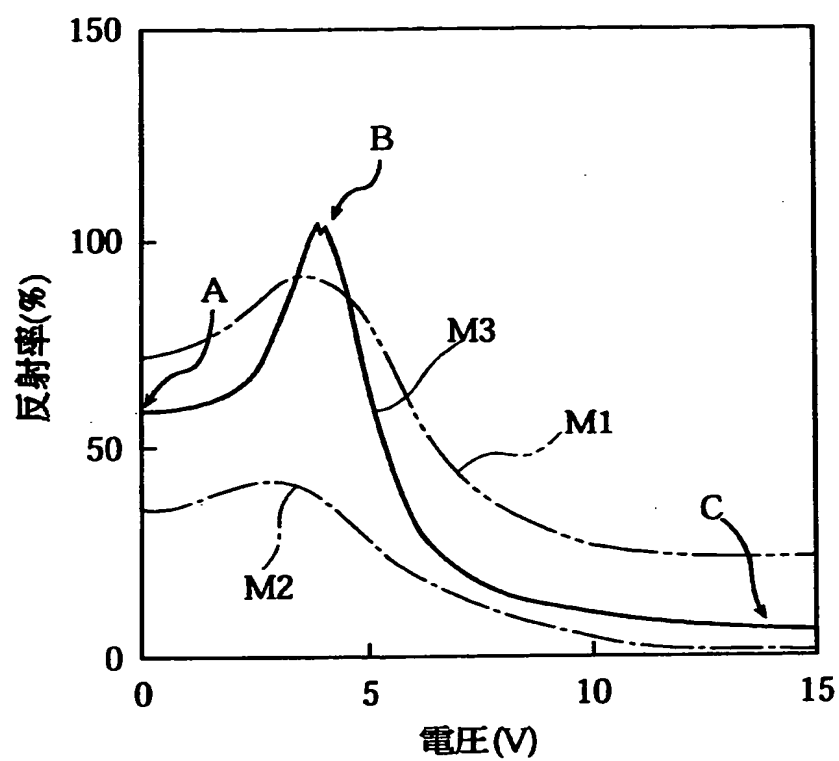
【図 1】



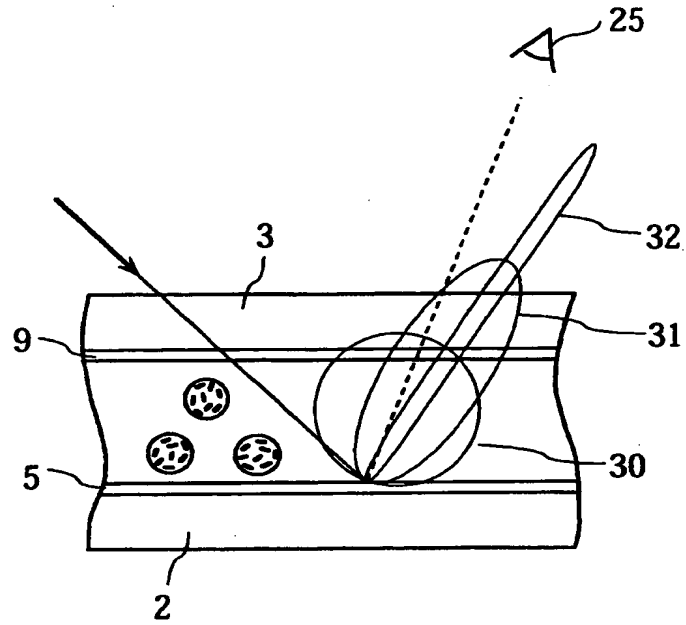
【図 2】



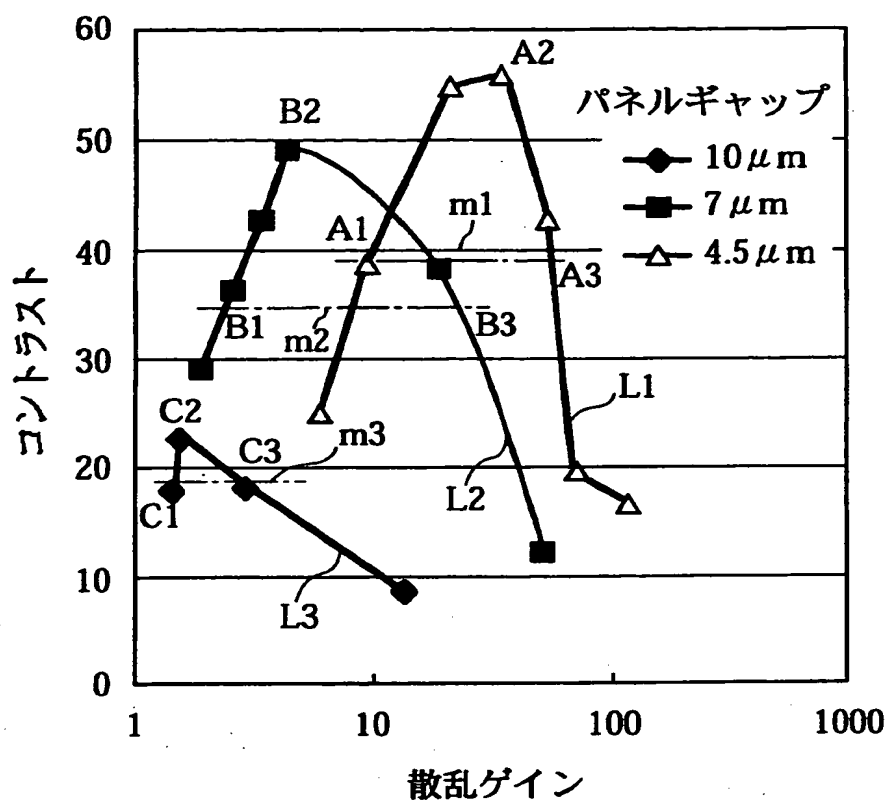
【図 3】



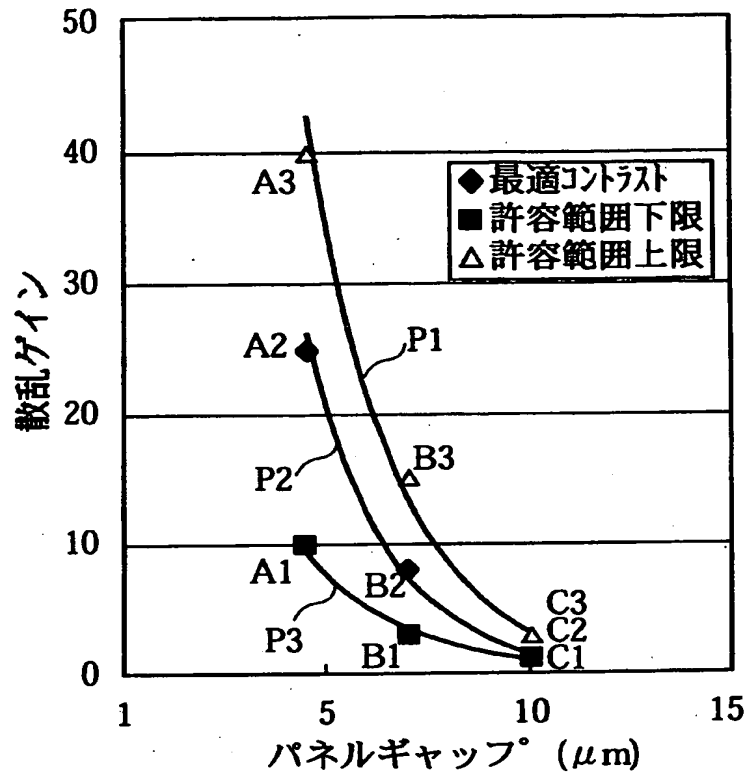
【図 4】



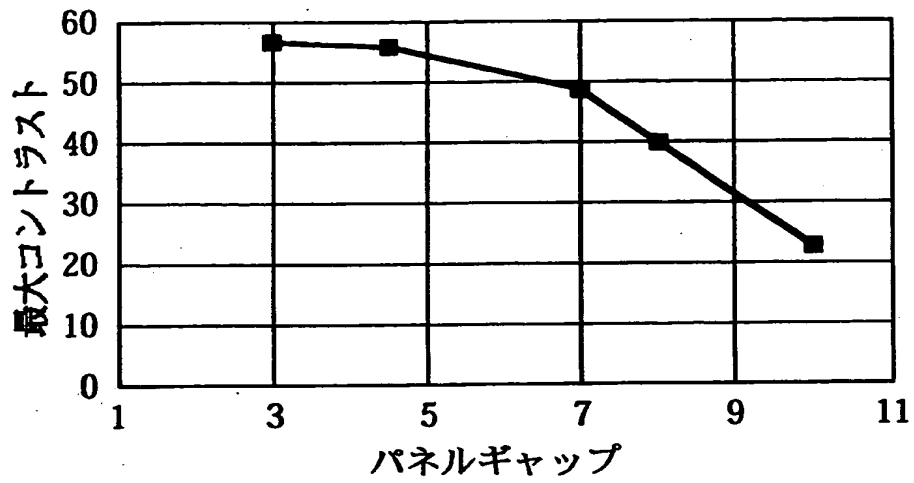
【図 5】



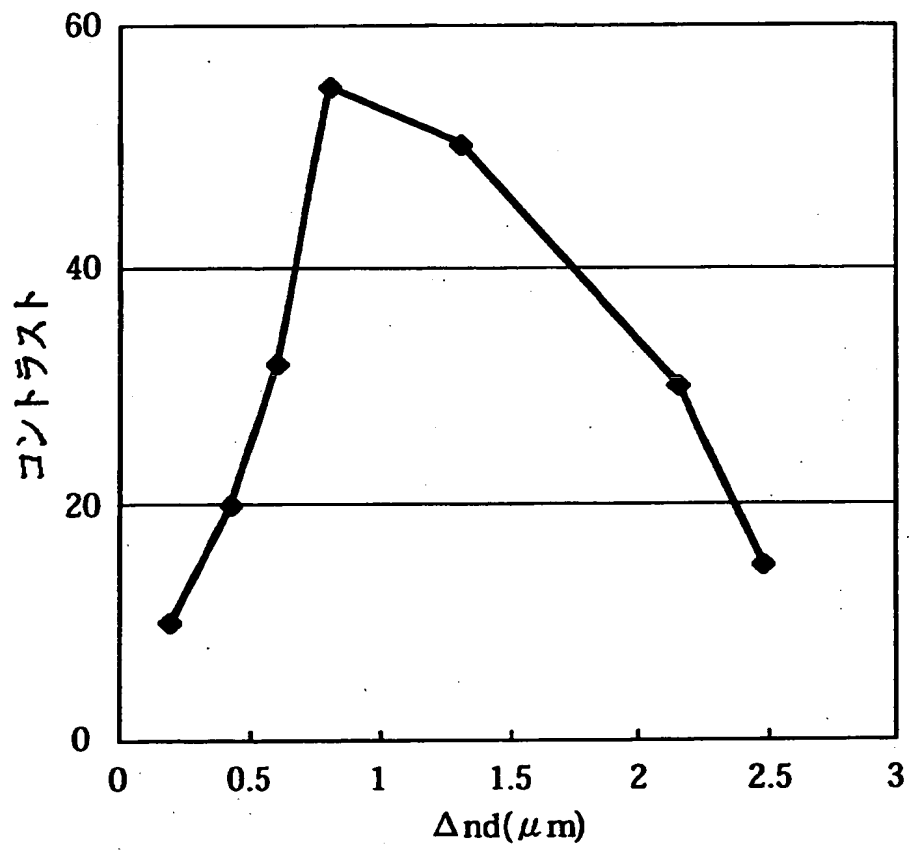
【図 6】



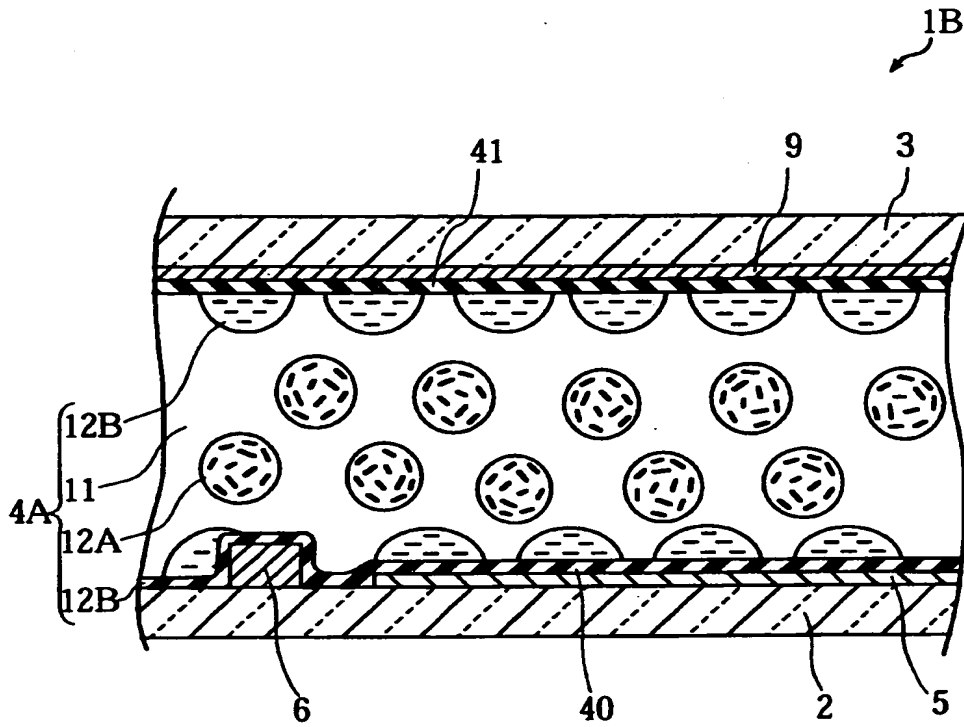
【図 7】



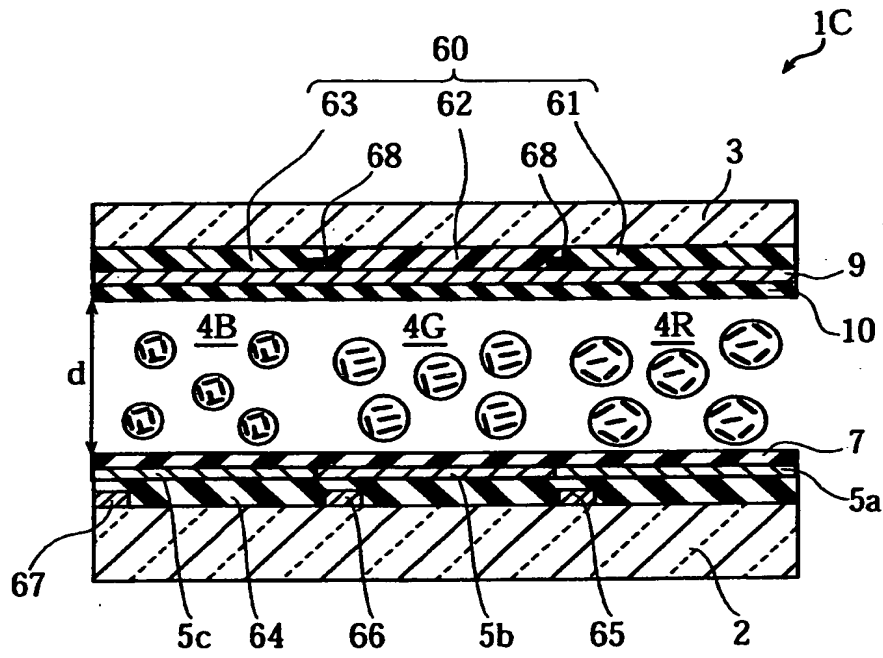
【図 8】



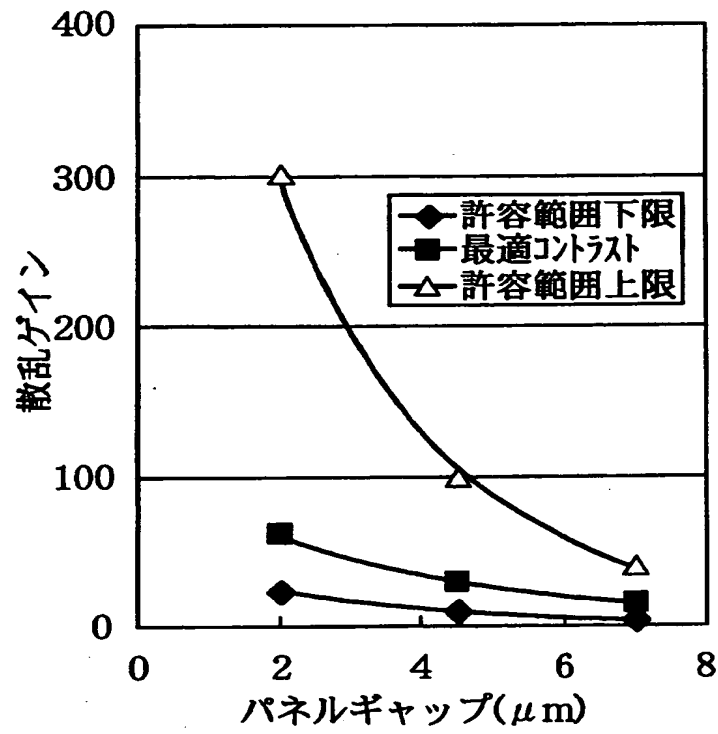
【図9】



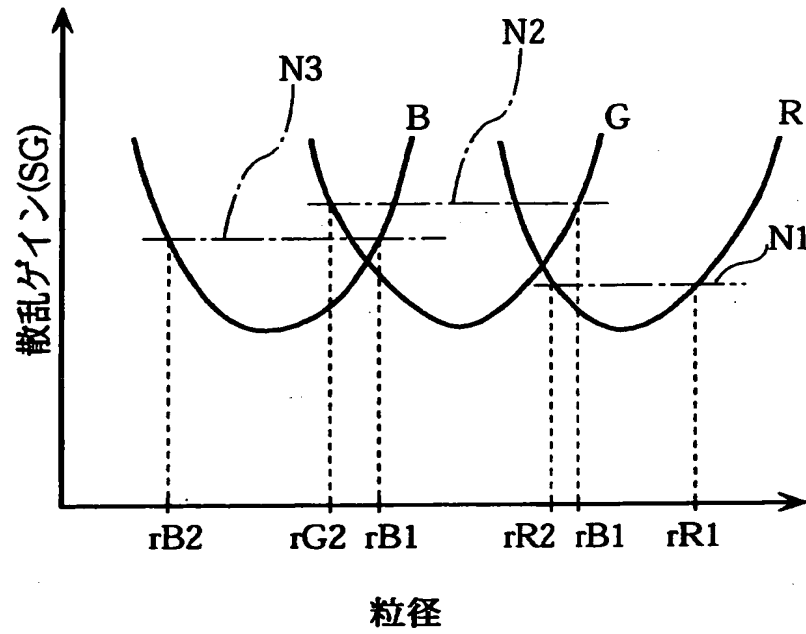
【図 10】



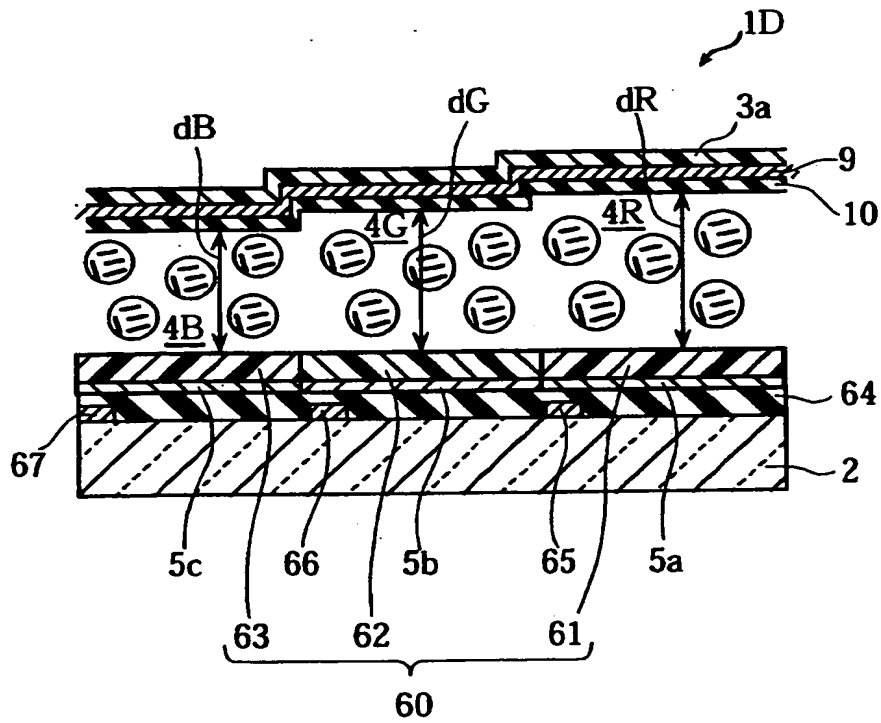
【図 11】



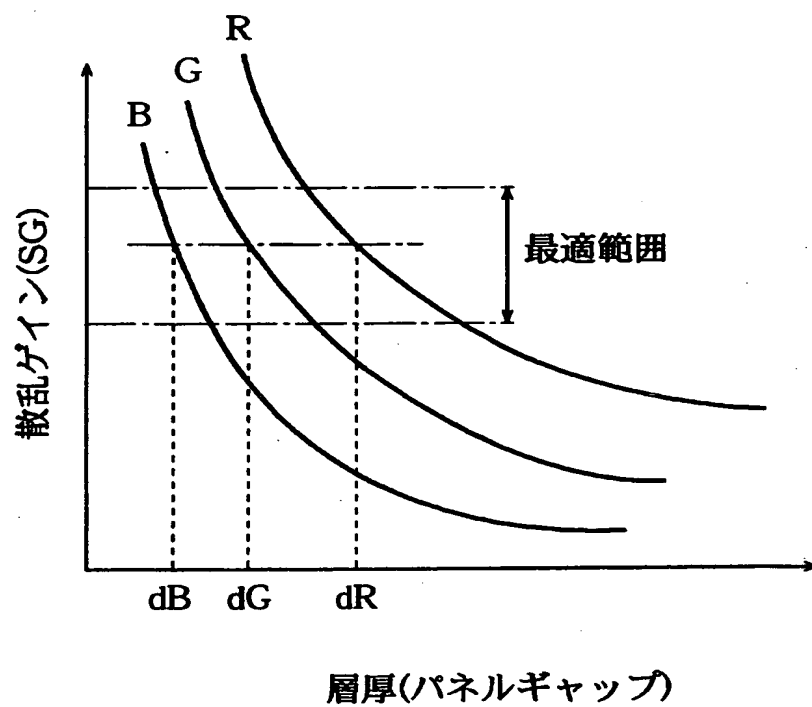
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 高輝度と高コントラストを実現し、表示品位に優れた反射型の高分子分散型液晶表示素子を提供する。

【解決手段】 高分子 11 中に液晶滴 12 が分散された高分子分散型液晶層 4 と反射画素電極 5 を有する反射型の高分子分散型液晶表示素子において、高分子分散型液晶層 4 の厚みを d (μm)、高分子分散型液晶層 4 の散乱ゲインを SG とした場合に、 $50 \exp(-0.4d) < SG < 360 \exp(-0.47d)$ が成立つ。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地

氏 名 松下電器産業株式会社

THIS PAGE BLANK (USPTO)